

外航コンテナ船の寿命変化がライフサイクル CO₂排出量に及ぼす影響分析

Impact of lifetime change of container vessels on lifecycle CO₂ emissions

○下津浦大賀*・加河茂美**

Taiga SHIMOTSUURA, Shigemi KAGAWA

1. はじめに

海上輸送は、世界の財貿易輸送の80%以上を担う必要不可欠な輸送手段である[1]。一方、国際海運由来のCO₂排出量は2000年代以降増加傾向にあり、2018年には世界のCO₂排出量の約3%に達した[2]。こうした背景を受け、国際海事機関は2018年に温室効果ガス削減目標を定め、2100年までに国際海運のカーボンニュートラル達成を目指している。

国際海運に用いられる船舶のように、製造されたあと長期間にわたって使用される耐久財では、その長寿命化がCO₂排出削減につながるということが知られている[3-6]。ただし、ライフサイクルアセスメントの観点からみると、耐久財の長寿命化は既存製品の長期使用に伴う新規製造抑制による製造段階のCO₂排出削減と、既存製品（例えば、エネルギー効率の悪い船舶）の長期使用に伴う使用段階のCO₂排出増加といったトレードオフを抱えており[6]、船舶においては、このトレードオフがどのようにライフサイクルCO₂排出量に影響を及ぼすかは明らかにされていない。そこで、本研究では、CO₂排出量の最も大きいコンテナ船輸送に着目し、1941年から2021年までに製造・使用・退役されたコンテナ船のデータを用いてコンテナ船の寿命分布を特定することで、平均寿命を推計する。また、ストックフローモデルを用いて、平均寿命を-10年~+10年に変化させたときのライフサイクルCO₂排出量の変化を分析することで、コンテナ船の脱炭素化に向けて最適な買い替えサイクルを提案することを目的とする。

2. 分析方法

本研究は、IHS Markit社の提供するSea-web[7]より得られた、1941年から2021年までに製造・使用・退役されたコンテナ船のデータを使用する。はじめに本研究は、最尤推定法・赤池情報量基準（AIC）を用いて正規分布、ワイブル分布、ガンマ分布、レイリー分布の中から最も当てはまりの良いコンテナ船の寿命分布を特定し、平均寿命を推計する。続いてストックフローモデルを用いて、平均寿命を-10年~+10年に変化させたときのコンテナ船の製造年別構成比を推計する。最後に、製造時のCO₂排出量を環境負荷原単位データブック[8,9]から推計し、使用時のCO₂排出量をコンテナ船の製造年別燃費[2,9,10]と平均輸送距離から推計することで、平均寿命の変化がライフサイクルCO₂排出量に及ぼす影響を分析する。本研究はデータの制約上、製造時CO₂排出量と使用時CO₂排出量の和をライフサイクルCO₂排出量と定義する。

* 九州大学経済学府 Graduate School of Economics, Kyushu University
〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744
TEL080-5799-0719 E-mail: shimotsuura.taiga@gmail.com

** 九州大学経済学研究院 Faculty of Economics, Kyushu University

3. 分析結果

図1の左表は、最尤推定法によって推計された各分布のパラメータ、平均寿命、標準偏差、AICを表している。表より、正規分布（Normal）、ワイブル分布（Weibull）、ガンマ分布（Gamma）、レイリー分布（Rayleigh）に従った平均寿命はそれぞれ、16.65年、15.43年、14.64年、15.43年であることが分かった。また、各分布のAICをみると、ワイブル分布の値が最小であり、最も当てはまりがよいといえる。

Parameters	Distribution			
	Normal	Weibull	Gamma	Rayleigh
μ	16.65	-	-	-
σ_N	8.89	-	-	-
η	-	18.69	-	-
m	-	1.91	-	-
k	-	-	2.69	-
θ	-	-	6.19	-
σ_R	-	-	-	13.34
Mean	16.65	15.43	14.64	15.43
S.D.	79.00	81.53	103.01	76.42
AIC	54396.70	53819.74	54350.24	53843.47
Number of obs.	8881	8881	8881	8881

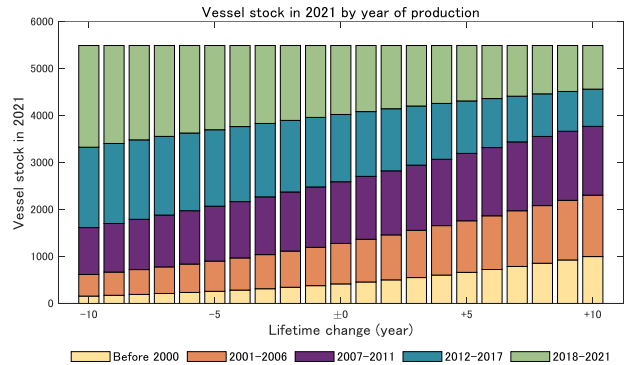


Figure 1. Parameters estimated for container vessels (left table) and vessel stock in 2021 by year of production when the average lifetime was changed (right chart).

図1の右図はワイブル分布に従った平均寿命（15.43年）をベースライン（図中の±0）として、-10年～+10年変化させたときの2021年のコンテナ船のストックを製造年別に示したものである。右図より、平均寿命を延ばすほど新しい船舶の割合が減少し、平均寿命を短くするほど新しい船舶の割合が増加することがわかる。また、寿命を10年短縮したシナリオでの2012年以降に製造された船舶の割合は、10年短縮したシナリオと比べて倍以上になっており、シナリオごとの製造年別構成比の差が非常に大きいことが分かった。

4. 結論

分析結果より、コンテナ船の寿命分布はワイブル分布に従い、平均寿命は15.43年であることが分かった。また、ストックフローモデルを用いて平均寿命を変化させたときの2021年の製造年別構成比を明らかにした。本会ではこの結果に加えて、製造時、使用時のCO₂排出量の推計を行い、平均寿命の変化がライフサイクルCO₂排出量に及ぼす影響を分析することで、コンテナ船の寿命に着目した海運の脱炭素政策について議論する。

5. 参考文献

- [1] United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2019), *Review of Maritime Transport 2019*.
- [2] International Maritime Organization (IMO). (2021), *Forth IMO GHG Study 2020*.
- [3] S. Kagawa *et al.* (2011), *Environmental Science & Technology*, 45, 1184-1191.
- [4] D. Nishijima. (2016), *Journal of Environmental Management*, 181, 582-589.
- [5] Y. Nakamoto *et al.* (2019), *Journal of Cleaner Production*, 207, 1040-1046.
- [6] M. Kito. (2021), *Ecological Economics*, 188, 107104.
- [7] IHS Markit. (2021), *Sea-web*.
- [8] 南齊規介 (2019) 産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID), 国立研究開発法人国立環境研究所, <http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/index.html>
- [9] K. Nansai *et al.* (2020), *Resources, Conservation & Recycling*, 152, 104525.
- [10] International Maritime Organization (IMO). (2009), *Second IMO GHG Study 2009*.
- [11] International Maritime Organization (IMO). (2015), *Third IMO GHG Study 2014*.